

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-060372

(43)Date of publication of application : 05.03.1996

(51)Int.Cl.

C23C 16/50

(21)Application number : 06-193146

(71)Applicant : SEKISUI CHEM CO LTD

(22)Date of filing : 17.08.1994

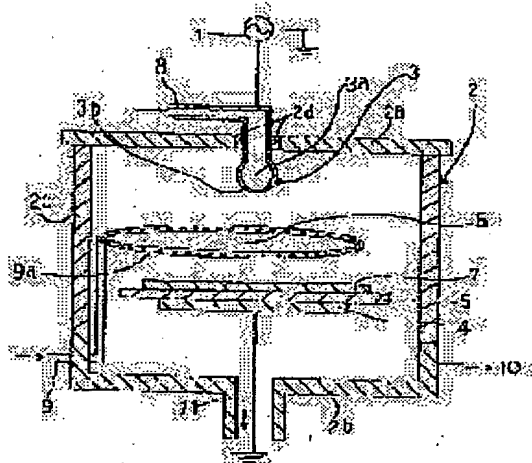
(72)Inventor : YUASA MOTOKAZU
KAWAI SHIGEMASA

(54) SURFACE TREATMENT OF SUBSTRATE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a simple method for executing plasma surface treatment in a desired pattern form by bringing an active species excited in plasma into contact with a substrate surface and subjecting this substrate to the surface treatment.

CONSTITUTION: The substrate 7 is installed onto a flat plate electrode 4 disposed with a solid dielectric substance 5. Reactive gases are supplied from a spherical electrode 3 of a porous structure through a reactive gases introducing pipe 8 and an inert gas from an inert gas introducing pipe 9 respectively into a plasma treating section 6 where the gaseous mixture composed of the reactive gases and the inert gas is regulated to the pressure near the atm. pressure. Discharge plasma is generated by impressing voltage to the electrode 3. The active species excited in the plasma is brought into contact with the substrate 7 surface, by which the substrate 7 is subjected to the surface treatment with the patterns similar to the shape of the flat plate electrode 4. As a result, there is no need for special operation and the effect of reducing the cost is excellent. In addition, handling is facilitated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-60372

(43) 公開日: 平成8年(1996)3月5日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 2 3 C 16/50

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平6-193146

(22) 出願日

平成6年(1994)8月17日

(71) 出願人: 0000002174

積水化学工業株式会社

大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号

(72) 発明者: 湯浅 基和

大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学工業株式会社内

(72) 発明者: 河谷 重征

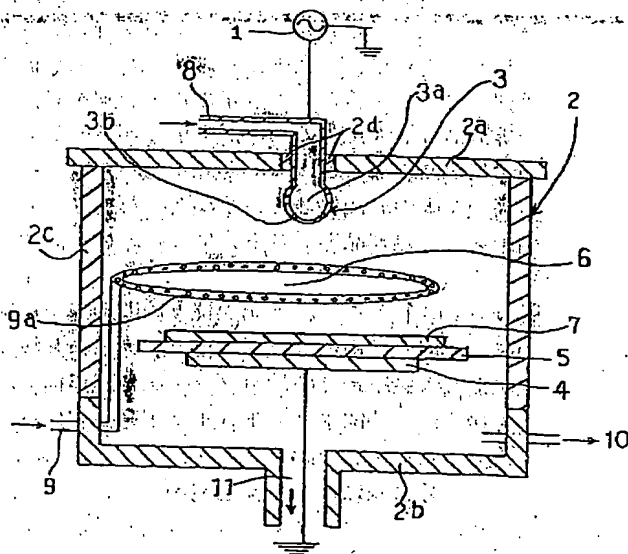
大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 基板の表面処理方法

(57) 【要約】

【目的】 基板の一部だけを部分的にプラズマによって表面処理して、所望のパターン状にプラズマ表面処理を行うための、簡便な方法を提供する。

【構成】 それぞれ金属製の球電極3と平板電極4が対向して配置され、平板電極4は所望の表面処理パターンに一致する形状とされ、球電極3の直径が平板電極4よりも小さくされ、少なくとも一方の電極の他の電極に対向する面が固体誘電体5によって完全に覆われている電極間に基板7を設置し、反応ガスと不活性ガスとの混合ガスの大気圧近傍の圧力で、電極に電圧を印加し放電プラズマを発生させ、そのプラズマ中の励起された活性種を基板表面に接触させて、平板電極形状と同様のパターンで基板を表面処理することを特徴とする。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】それぞれ金属製の球電極と平板電極が対向して配置され、平板電極は所望の表面処理パターンに一致する形状とされ、球電極の直径が平板電極よりも小さくされ、少なくとも一方の電極の他の電極に対向する面が固体誘電体によって完全に覆われている電極間に基板を設置し、反応ガスと不活性ガスとの混合ガスの大気圧近傍の圧力下で、電極に電圧を印加し放電プラズマを発生させ、そのプラズマ中の励起された活性種を基板表面に接触させて、平板電極形状と同様のパターンで基板を表面処理することを特徴とする基板の表面処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば、プラスチック、紙、金属、ガラス、セラミックス等の基板の表面処理方法に関し、さらに詳しくは、基板の一部だけを部分的にプラズマによって表面処理して、所望のパターン状にプラズマ表面処理を行うための方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、例えば、プラスチック、紙、金属、ガラス、セラミックス等の基板の表面の濡れ性制御や表面修飾の方法として、0.1～10 Torr程度の低圧のグロー放電プラズマによる表面処理方法が広く知られており、産業的にも応用されている。この表面処理方法においては、上記の圧力よりも高い圧力になると、放電が局所的になりアーク放電に移行してしまい、耐熱性の乏しいプラスチックや紙のような基板への利用が困難となるので、通常、あらゆる基板に適用できるように上記の圧力範囲が選ばれている。このため、真空（もしくは低圧）にする必要上、処理用の容器は高価な真空チャンバーを必要とし、また真空排気装置が必要とされる。さらに、真空中で処理するため大面積の基板に処理しようとする、大容量の真空容器を必要とし、真空排気装置も大出力のものが必要である。そのため、設備費用が高くなるという問題点があった。また、吸水率の高い基板の表面処理を行う場合、真空にするのに長時間を要し、処理品がコスト高になるという問題点もあった。

【0003】そこで、上記の種々の問題点を克服するために、装置、設備の低コスト化と、大面積基板への処理が可能な大気圧下での放電プラズマ処理が提案されてきた。例えば、特開平2-15171号公報には、電極表面に固体誘電体を配設する方法によって、特公平2-48626号公報には、細線型電極を用いる方法によって大気圧下で放電プラズマを行う表面処理方法が提案されている。これらの提案では、ヘリウムを主とする不活性ガスと反応ガスとの混合ガスを、複数の開孔を有する多孔管から基板近傍に供給してプラズマ処理する方法が用いられている。

【0004】これらの従来の低圧や大気圧での放電プラ

ズマ処理技術では、基板の一部だけを部分的に表面処理して、パターン状に表面処理を行う場合には、例えば、特開平1-124847号公報に記載の感光性樹脂などを塗布して不必要な部分をマスクし、プラズマ処理後マスクを除去する方法が提案されている（山岡亜夫、森田浩著、感光性樹脂、共立出版社（1988））。しかし、この方法では、工程が複雑になるという問題点があった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、基板の一部だけを部分的にプラズマによって表面処理して、所望のパターン状にプラズマ表面処理を行うための、簡便な方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の基板の表面処理方法は、それぞれ金属製の球電極と平板電極が対向して配置され、平板電極は所望の表面処理パターンに一致する形状とされ、球電極の直径が平板電極よりも小さくされ、少なくとも一方の電極の他の電極に対向する面が固体誘電体によって完全に覆われている電極間に基板を設置し、反応ガスと不活性ガスとの混合ガスの大気圧近傍の圧力下で、電極に電圧を印加し放電プラズマを発生させ、そのプラズマ中の励起された活性種を基板表面に接触させて、平板電極形状と同様のパターンで基板を表面処理することを特徴とする。

【0007】本発明において、基板の表面処理とは、主として、表面官能基層の形成やフリーラジカル層の形成や親水性や撥水性の薄膜を形成することなどによって、基板の表面エネルギーを制御し、基板の濡れ性や接着性を改質することや、基板表面に無機質や有機質の薄膜を形成させて、基板に化学的、機械的、光学的、電気的特性等を付与することを指す。

【0008】本発明で用いられる反応ガスとしては、放電プラズマ中で活性化され基板と接触されて、基板に撥水性を付与したり、親水性を付与したりするガスが挙げられる。例えば、基板に撥水性を付与する場合には、フッ素含有のガスが用いられる。フッ素含有のガスとしては、4フッ化炭素（ CF_4 ）、6フッ化炭素（ CF_3CF_3 ）、6フッ化プロピレン（ $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_3$ ）等のフッ化炭素ガス；1塩化3フッ化炭素（ CClF_3 ）等のハロゲン化炭素ガス；6フッ化硫黄（ SF_6 ）等のフッ化硫黄化合物；およびこれらの化合物のフッ素の一部が水素に置換された化合物が挙げられる。これらのうち、安全でフッ化水素等の有毒ガスを生成しない、4フッ化炭素や6フッ化炭素などが好ましい。

【0009】また、親水性を付与する場合には、表面にカルボニル基、ヒドロキシル基、アミノ基等の官能基を有する層を形成させるために、炭化水素化合物のガスを使用する。上記炭化水素化合物としては、例えば、メタン、エタン、プロパン、ブタン、ペンタン、ヘキサン等

(3)

3

のアルカン類；エチレン、プロピレン、ブテン、ペンテン等のアルケン類；ペンタジエン、ブタジエン等のアルカジエン類；アセチレン、メチルアセチレン等のアルキン類；ベンゼン、トルエン、キシレン、インデン、ナフタレン、フェナントレン等の芳香族炭化水素類；シクロプロパン、シクロヘキサン等のシクロアルカン類；シクロペンテン、シクロヘキセン等のシクロアルケン類；メタノール、エタノール等のアルコール類；アセトン、メチルエチルケトン等のケトン類；メタナール、エタナール等のアルデヒド類などが挙げられ、これらは、単独で使用されてもよいし2種以上併用されてもよい。また、この場合、酸素ガス；酸素と水素の混合ガス；水蒸気；アンモニアガス；窒素ガス等を使用することも可能である。また、これらのガス類にフッ素含有のガスを50%以下添加してもよいが、この量を超えて添加すると撥水性を示してしまう。上記反応ガスは、均一性よく表面処理をするためには、大気圧近傍の圧力下でガス状態であることが好ましい。

【0.010】また、基板に化学的、機械的、光学的、電気的特性等を付与するために、 SiO_2 、 TiO_2 、 SnO_2 等の金属酸化物薄膜を形成する場合には、水素化金属ガス、ハロゲン化金属ガス又は金属アルコール等の金属有機化合物のガスもしくは蒸気が用いられる。

【0.011】本発明で用いられる不活性ガスとしては、 He 、 Ne 、 Ar 、 Xe 等の希ガスの単体又は混合ガスが用いられるが、準安定励起状態の寿命が長く反応ガスを励起分解するのに有利な He を用いるのが好ましい。 He 以外の不活性ガスを使用する場合は、2体積%以内

のアセトンやメタノール等の有機物蒸気やメタノール等の炭化水素ガスを混合する必要がある。

【0.012】基板に撥水性を付与する場合、フッ素含有のガスと不活性ガスとの混合比は、格別限定的ではないが、フッ素含有のガスが10体積%以上になると高電圧を印加しても放電プラズマが発生しないため、10体積%未満が好ましく、フッ素含有のガスの使用量が少なくて撥水性の付与が可能な0.3～5.0体積%が好ましい。

【0.013】本発明に使用される基板は、材質、形状等は特に限定されず、プラスチック、金属、ガラス、セラミック、紙、繊維等が挙げられ、無孔質でも多孔質でも構わない。プラスチックとしては、例えば、ポリエチレンテレフタレートやポリエチレンナフタレート等のポリエステル；ポリエチレン又はポリプロピレン等のポリオレフィン；ポリスチレン；ポリアミド；ポリ塩化ビニル；ポリカーボネート；ポリアクリロニトリル等のフィルムあるいはシートが使用できる。フィルムの場合、延伸されたものでも未延伸のものでも構わない。また、表面洗浄や表面活性化の公知の処理を行ったものでも構わない。

【0.014】以下にプラスチック基板の表面に撥水性を

4

付与する場合を例に、図に基づいて本発明を詳細に説明する。図1は、本発明に使用されるプラズマ発生装置の一例を示す模式的な断面図である。本装置は、電源部1、処理容器2、対向して配置された球形の球電極3および平板状の平板電極4から構成されている。

【0.015】電源部1は5～100kHz台の周波数の電圧を印加可能とされており、耐熱性の低い基板の処理には基板への影響の少ない10～30kHzの周波数が好ましい。放電プラズマ形成は電極に電圧を印加することにより行うが、印加電圧が低くなると、プラズマ密度及びセルフバイアスが小さくなるため、処理に時間がかかり非能率的であり、高くなると、アーク放電に移行する挙動を示すので、電界強度5～40kV/cm程度になるように電圧を印加するのが好ましい。

【0.016】処理容器2は、上面2aと底面2bがステンレス製、側面2cがパイレックスガラス製であり、上面2aと球電極3との間に絶縁体2dが配設されている。処理容器2の材質は、これに限らず、全てがガラス製、プラスチック製でも構わないし、電極と絶縁がとれているならばステンレスやアルミニウム等の金属製でも構わない。

【0.017】処理容器2内に一對の対向する上部の球電極3と下部の平板電極4が配設されている。上部の球電極3は、球面を有する電極のことであり、真球でも楕円球でも、またそれらの半球でも構わないが、真球が均一な表面処理を行ない易いので好ましい。球電極3の直径は、下部の平板電極4よりも大きくなるとパターン状に表面処理ができなくなるので、下部の平板電極4よりも小さくされる。球電極3の直径は、小さくほど鮮明にパターン状に表面処理できるが、小さ過ぎると、高電圧印加によってアーク放電が発生し易くなるので直径1mm以上が好ましい。また、球電極3は、塊状体でも中空体でも構わない。

【0.018】下部の平板電極4は、所望の処理パターンに一致する形状とされる。平板電極4の平面形状としては、所望の処理パターンに一致するものであれば、任意であり、例えば、図2のような文字や図3のような中空部4aを有する形状が挙げられる。また、図4に示すように、複数の電極4bがパターンを形成するように配置されていてもよく、それぞれの電極を並列あるいは直列に結線することにより連結された電極とみなすことができ、これによりパターン化できる。

【0.019】また、パターンの線幅は特に限定されないが、線間隔は狭すぎると放電プラズマ中の励起種がパターンがない領域にも到達してしまい、平板電極形状通りのパターンが形成されなくなるので、1mm以上をとるのが好ましく、さらに好ましくは5mm以上である。

【0.020】球電極と平板電極の材質は、金属とされるが、この場合、ステンレスや真鍮のような多成分からなる金属でも、銅やアルミニウムのような純金属でも構わ

(4)

5

ない。また、平板電極4は、後述の固体誘電体に、導電性塗料を塗工する方法；スパッタリング、イオンプレーティング、真空蒸着等の物理蒸着法；プラズマCVD等の化学蒸着法および溶射等のドライプロセス法で金属薄膜を形成しても構わない。なお、電極を薄膜で形成する場合は、連続膜とするには、100Å以上が必要である。

【0021】電極に電圧を印加するに際しては、どちらの電極から行ってもよいが、電極面積の小さい球電極の方から印加する方が安全である。

【0022】本発明においては、少なくとも一方の電極の他の電極に対向する面が固体誘電体によって完全に覆われている。図1の装置においては、平板電極4の上に固体誘電体5が配設されている。固体誘電体5は、相対する電極の対向面の全面に配設される必要がある。一部でも、対向面が露出しているとプラズマ処理時にアーク放電が生じる。処理する基板が非導電性のものであれば、固体誘電体はどちらか一方の電極の対向面に配設されればよいが、基板が金属等のように導電性のものであれば、両方の電極に固体誘電体を配設する必要がある。

【0023】固体誘電体5としては、例えば、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）やポリエチレンテレフタレート（PET）等のプラスチック；シリカ、アルミナ、酸化チタン、チタン酸バリウム等のチタン酸化合物などのセラミックスが挙げられ、比誘電率の高い誘電体ほど低電力で処理可能であるため、強誘電体である酸化チタンおよびチタン酸化合物がより好ましい。

【0024】固体誘電体5としては、シート状でも、フィルム状でも構わない。しかし、厚みが薄くなると、電圧印加時に絶縁破壊が起こってアーク放電が生じやすくなり、厚くなると、放電しにくくなるので、0.05～4mmの厚みが好ましい。

【0025】固体誘電体5は、電極に誘電体を物理蒸着法、化学蒸着法、溶射および塗工等の方法で被覆してもよい。

【0026】本発明において、放電プラズマによるプラズマ処理部6は、対向する電極間の空間である。球電極と平板電極の間の距離は、供給されるガス流量、印加電圧の大きさ、固体誘電体の材質及び厚み、並びに基材の厚み等によって、適宜決定されるが、距離が小さくなると未使用のガスが多くなり非効率的であり、大きくなると、電極空間の放電プラズマの均一性が損なわれやすくなるので、1～20mmが好ましい。

【0027】図1の装置を使用してプラズマ処理を行うには、固体誘電体5が配設された平板電極4の上に基板7を設置し、反応ガスを反応ガス導入管8を経て多孔構造の球電極3から、不活性ガスを不活性ガス導入管9から、それぞれ、プラズマ処理部6に供給し、反応ガスと不活性ガスの混合ガスの大気圧近傍の圧力に調整する。本発明でいう大気圧近傍の圧力とは、具体的には100

6

～800 Torr のことであり、装置、設備の低コスト化の点で700～780 Torr が好ましい。

【0028】次に、電極に電圧を印加して放電プラズマを発生させ、そのプラズマ中の励起された活性種を基板表面に接触させて基板の表面処理を行う。

【0029】なお、図1においては、球電極3は、反応ガスを均一に供給するために、その内部がガスの通路3aとされた、多孔性の電極（具体的には、電極の内部が空洞とされ表面部にガスの出口部となる1mmφの開孔3bが4個設けられている）とされているが、このように球電極3がガス導入口と電極を兼ね、且つ多孔構造からなると、反応ガスをプラズマ処理部6に均一に供給して、均一な処理を行うために好ましい。また、不活性ガスは反応ガスと混合して球電極3または不活性ガス導入管9から導入しても構わないが、均一に処理するには、上述のように、反応ガスと不活性ガスを分離して、反応ガスのみを球電極3から、不活性ガスを不活性ガス導入管9から導入するのが好ましい。また、不活性ガス導入管9の処理容器2内の先端部は、図1に示すように、プラズマ処理部6の周囲を取り巻くか又はプラズマ処理部6内に広がるようなリング状とされ、そのリングに多数の穴9aが開けられ、その穴9aから不活性ガスを処理容器2内に供給する方が、不活性ガスと反応ガスが均一に混合され易いので好ましい。このリングは、ガラス（例えば、パイレックスガラス）製が好ましい。

【0030】また、反応ガスおよび不活性ガスは、図示しないが、それぞれマスフローコントローラーで流量制御されて供給されるのが好ましい。

【0031】また、過剰の反応ガスや不活性ガスは、処理容器2のガス出口10から排出される。また、処理容器2内に反応ガスや不活性ガスを導入する際に、処理容器2内に残存する空気を排気口11から排気するようにするのが好ましい。

【0032】また、撥水性付与の大気圧プラズマ処理には基板の加熱や冷却は、特に必要なく室温下で十分可能である。

【0033】また、処理時間は印加電圧の大きさで決定され、前記印加電圧の範囲では5秒程度で撥水化されておりそれ以上の時間をかけて処理しても撥水化効果は向上せず、短時間の処理で十分である。

【0034】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。

実施例1

図1に示したプラズマ発生装置（球電極3は直径20mmの球形であり、厚み3mmの真鍮製で、φ1mmの開孔3bが4個設けられている。平板電極4は、図2に示したW字形で、厚み3mmのステンレス製であり、図2におけるそれぞれの寸法および角度は、A=100mm、B=100mm、C=25mm、D=15mm、E=10mm、F=75度、G=105度である）を用

(5)

い、電極間距離を5mmとし、平板電極4の上に固体誘電体5として $\phi 150\text{mm}$ で厚み2mmの酸化チタン焼結体(比誘電率、約80)を配設し、固体誘電体5の上に基板7として $\phi 150\text{mm}$ で厚み $50\mu\text{m}$ のポリエチレンテレフタレート製のフィルム(東レ社製、商品名ルミラーT60)を設置し、処理容器2内の空気を10 Torrまで回転ポンプ(図示せず。以下同じ)で排気口11より排気した。

【0035】次いで、ガス流量10 s.c.c.m.の4フッ化炭素ガスをガス導入管8より、また、ガス流量990 s.c.c.m.のHeガスをガス導入管9を経て穴9aより処理容器2内に導入し、762 Torrの大気圧とした後、周波数15 kHzの矩形波を、5.5 kV、3.4 mAの電力で印加し15秒間放置して、基板7の表面処理をした。高電圧印加にともなう、プラズマ発光が観察された。

【0036】次に、処理後の基板の表面に $\phi 2\text{mm}$ の水滴を2mmの間隔で滴下し、協和界面科学社製の接触角測定装置(商品名 C A-D)を用いて静的接触角を測定した。その結果、放電プラズマが照射された領域では、基板の接触角(67度)よりも遙に高い接触角を示し、接触角100度以上の測定点の分布は平板電極の形状と同様のW字型のパターンとなっていた。

【0037】実施例2

実施例1における固体誘電体5の代わりに、 $\phi 150\text{mm}$ で厚み2mmのポリテトラフルオロエチレン(比誘電率、約2.4)とし、プラズマ処理の電力として電圧17 kV、電流7.8 mAとしたこと以外は、実施例1と同様にしてプラズマ処理をした。次に、処理後の基板の表面を実施例1と同様に静的接触角を測定した。その結果、放電プラズマが照射された領域では、基板の接触角(67度)よりも遙に高い接触角を示し、接触角100度以上の測定点の分布は平板電極の形状と同様のW字型のパターンとなっていた。

【0038】実施例3

図1に示したプラズマ発生装置(球電極3は実施例1と同様。固体誘電体5および平板電極4としては、 $\phi 150\text{mm}$ で厚み2mmの富士チタニウム社製の酸化チタン焼結体(比誘電率、約80、グレードTP-3)に、 $5 \times 10^{-5}\text{Torr}$ で銅を、図3に示したパターンのように、 $0.3\mu\text{m}$ 厚みで真空蒸着したもの。なお、図3におけるそれぞれの寸法は、 $A=68\text{mm}$ 、 $B=30\text{mm}$ 、 $C=2\text{mm}$ 、 $D=3\text{mm}$ である)を用い、電極間距離を7mmとし、固体誘電体5の上に基板7として $\phi 150\text{mm}$ で厚み $50\mu\text{m}$ のポリエチレン製のフィルムを設置し、処理容器2内の空気を10 Torrまで回転ポンプ(図示せず。以下同じ)で排気口11より排気した。

【0039】次いで、ガス流量3 s.c.c.m.の4フッ化炭

8

素ガスと7 s.c.c.m.の酸素ガスとの混合ガスをガス導入管8より、また、ガス流量990 s.c.c.m.のHeガスをガス導入管9を経て穴9aより処理容器2内に導入し、75.7 Torrの大気圧とした後、周波数20 kHzの矩形波を、7 kV、41 mAの電力で印加し60秒間放置して、基板7の表面処理をした。高電圧印加にともなう、プラズマ発光が観察された。

【0040】次に、処理後の基板の表面の静的接触角を実施例1と同様にして測定した。その結果、放電プラズマが照射された領域では、基板の接触角(88度)よりも遙に低い接触角を示し、接触角45度以下の測定点の分布は平板電極の形状と同様のパターンとなっていた。従って、平板電極の形状と同様のパターンで親水化されていることが分かった。

【0041】実施例4

図1に示したプラズマ発生装置(球電極3は直径10mmの球形であり、厚み3mmのステンレス製で、 $\phi 1\text{mm}$ の開孔3bが4個設けられている。固体誘電体5および平板電極4としては、 $\phi 140\text{mm}$ で厚み2mmの石英誘電体(比誘電率、4.5)に、 $2 \times 10^{-5}\text{Torr}$ で銅を、 $0.2\mu\text{m}$ 厚みで、図4に示したように一辺30mmの正方形の電極4bが4個、2mmの間隔で並べられたような形状に真空蒸着し、次いで、それぞれの孤立した各電極4b間にリード線を並列に銀ろう付けしたものの。なお、図4におけるそれぞれの寸法は、 $A=30\text{mm}$ 、 $B=2\text{mm}$ である)を用い、電極間距離を3mmとし、固体誘電体5の上に基板7として $\phi 140\text{mm}$ で厚み $50\mu\text{m}$ のポリエチレン製のフィルムを設置し、処理容器2内の空気を10 Torrまで回転ポンプ(図示せず。以下同じ)で排気口11より排気した。

【0042】次いで、ガス流量5 s.c.c.m.の窒素ガスとガス流量995 s.c.c.m.のHeガスを混合したガスをガス導入管9を経て穴9aより処理容器2内に導入し、75.7 Torrの大気圧とした後、周波数15 kHzの矩形波を、5.5 kV、3.4 mAの電力で印加し60秒間放置して、基板7の表面処理をした。高電圧印加にともなう、プラズマ発光が観察された。

【0043】次に、処理後の基板の表面の静的接触角を実施例1と同様にして測定した。その結果、放電プラズマが照射された領域では、基板の接触角(88度)よりも遙に低い接触角を示し、接触角45度以下の測定点の分布は平板電極の形状と同様のパターンとなっていた。従って、平板電極の形状と同様のパターンで親水化されていることが分かった。しかし、接触角が60度程度の点が9点程存在した。

【0044】比較例1

実施例1において、平板電極4に固体誘電体5を配設しなかったこと、プラズマ処理の圧力を762 Torrの代わりに、10⁻⁵ Torrとしたこと以外は、実施例1と同様にして表面処理した。放電プラズマは、実施例1

(6)

9

に比較し広がった形状を示した。次に、処理後の基板の表面を実施例 1 と同様に静的接触角を測定した。その結果、放電プラズマが照射された領域では、基板の接触角（67度）よりも遙に高い100度以上の接触角を示したが、接触角100度以上の測定点の分布は平板電極の形状と同様のW字型のパターンとはならなかった。

【0045】

【発明の効果】本発明の基板の表面処理方法の構成は上述の通りであり、基板の一部だけを部分的にプラズマによって表面処理して、所望のパターン状にプラズマ表面処理を行うための、簡便な方法を提供する。また、従来の低圧グロー放電プラズマによるプラスチック等の表面処理方法にくらべて、特別な真空形成のための装置・設備が必要でなく、しかも、そのための特別な操作も不要であり、コスト低下効果に優れ、かつ、取扱が容易である。従って、プラスチック、金属、セラミック等の接着や塗装分野等に利用され得、その波及効果は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の表面処理方法に使用されるプラズマ発生装置の一例を示す模式的な断面図である。

【図2】図2は、実施例で使用した平板電極の形状を示す平面図である。

【図3】図3は、実施例で使用した平板電極の形状を示

10

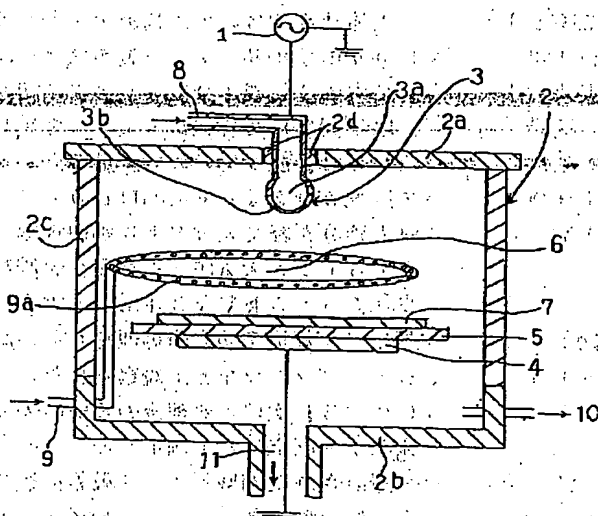
す平面図である。

【図4】図4は、実施例で使用した平板電極の並べ方を示す平面図である。

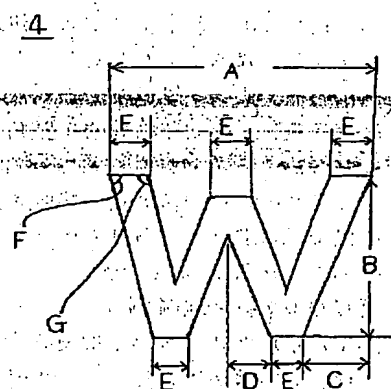
【符号の説明】

- 1 電源部
- 2 処理容器
- 2 a 上面
- 2 b 底面
- 2 c 側面
- 2 d 絶縁体
- 3 球電極
- 3 a ガスの通路
- 3 b 開孔
- 4 平板電極
- 5 固体誘電体
- 6 プラズマ処理部
- 7 基板
- 8 反応ガス導入管
- 9 不活性ガス導入管
- 9 a 穴
- 10 ガス出口
- 11 排気口

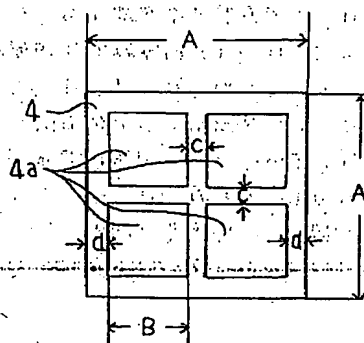
【図1】



【図2】

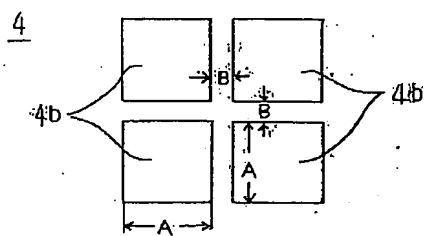


【図3】



(7)

【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.